

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05134698 A**

(43) Date of publication of application: **28.05.93**

(51) Int. Cl.

**G10L 9/14**

**G10L 9/18**

(21) Application number: **03079674**

(22) Date of filing: **12.04.91**

(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **KAWAGUCHI SHINJI  
KATSURAGAWA HIROSHI  
AOYANAGI HIROMI  
ARIYAMA YOSHIHIRO**

(54) **OPTIMIZING METHOD FOR STATISTICAL  
EXCITATION CODE VECTOR, MULTISTAGE  
CODE EXCITATION LINEAR PREDICTIVE  
ENCODER AND MULTISTAGE CODE EXCITATION  
LINEAR PREDICTIVE DECODER**

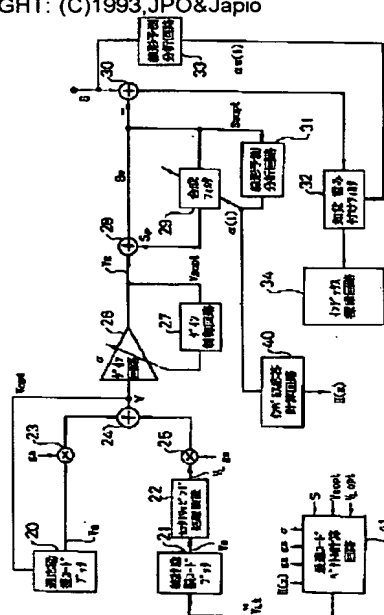
fluctuation of the vector  $V_s$  is made not to influence to the utmost an optimization processing of the vector  $V_s$ .

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To optimize a statistical excitation code vector so that a total distortion becomes small enough by synthesizing an adaptive excitation code vector and a statistical excitation code vector subjected to center clipping processing, at the time of encoding processing of an input voice vector.

**CONSTITUTION:** An adaptive excitation code vector  $V_a$  outputted from an adaptive excitation code book 20 is multiplied by an amplitude coefficient ( $g_a$ ) by a multiplier 23 and given to an adder 24. On the other hand, a statistical excitation code vector  $V_s$  outputted from a statistical excitation code book 21 is subjected to center clipping through a center clipping processing circuit, multiplied by an amplitude coefficient ( $g_s$ ) by a multiplier 25 and given to the adder 24. Subsequently, from the adder 24, a composite vector  $V$  of the vectors  $V_a$  and  $V_s$  subjected to amplitude adjustment is obtained. In such a way, by enhancing relatively a degree of contribution of the vector  $V_a$  in the vector  $V$ , a



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-134698

(43) 公開日 平成5年(1993)5月28日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G10L 9/14		G 8946-5H		
		J 8946-5H		
9/18		E 8946-5H		

審査請求 未請求 請求項の数5 (全11頁)

(21) 出願番号	特願平3-79674	(71) 出願人	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(22) 出願日	平成3年(1991)4月12日	(72) 発明者	川口 伸二 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
		(72) 発明者	桂川 浩 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
		(72) 発明者	青柳 弘美 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 工藤 宣幸 (外2名)

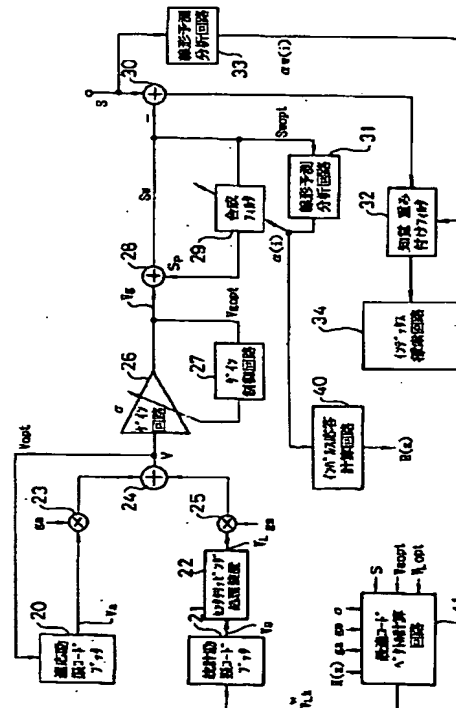
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 統計励振コードベクトルの最適化方法、多段コード励振線形予測符号化器及び多段コード励振線形予測復号化器

(57) 【要約】

【目的】 多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に用いられる統計励振コードベクトルを、トータル歪が十分小さくなるように最適化する。

【構成】 最適化を行なうための各部情報 $H(z)$ 、 $g_a$ 、 $g_s$ 、 $\sigma$ 、 $S$ 、 $V_{aopt}$ 、 $V_{Lopt}$ を収集するために行なう入力音声ベクトル $S$ の符号化処理の際に、適応励振コードベクトル $V_a$ とセンタクリッピング処理後の統計励振コードベクトル $V_L$ とを合成するようにした。これは、合成励振コードベクトル $V$ における適応励振コードベクトル $V_a$ の貢献度を相対的に高めることで、統計励振コードベクトルの最適化処理に適応励振コードベクトルの変動ができるだけ影響しないようにしたためである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に用いられる統計励振コードベクトルの最適化方法であって、入力音声ベクトルに対する符号化処理を実行しながら得た各部の情報に基づいて、統計コードブックに格納される統計励振コードベクトルを最適化する統計励振コードベクトルの最適化方法において、最適化を行なうための各部情報を収集するために行なう入力音声ベクトルの符号化処理の際に、適応励振コードベクトルとセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルとを合成するようにしたことを特徴とする統計励振コードベクトルの最適化方法。

【請求項2】 適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測符号化器において、

請求項1の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルを格納している統計励振コードブックの次段にセンタクリッピング処理を行なうセンタクリッピング処理手段を設けたことを特徴とする多段コード励振線形予測符号化器。

【請求項3】 適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測符号化器において、

上記統計励振コードブックが、請求項1の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルを格納していることを特徴とする多段コード励振線形予測符号化器。

【請求項4】 適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測復号化器において、

請求項1の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルを格納している統計励振コードブックの次段にセンタクリッピング処理を行なうセンタクリッピング処理手段を設けたことを特徴とする多段コード励振線形予測復号化器。

【請求項5】 適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測復号化器において、

上記統計励振コードブックが、請求項1の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルを格納していることを特徴とする多段コード励振線形予測符号化器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、適応励振コードブック（ピッチ性励振コードブック）及び統計励振コードブック（ガウシアンノイズ性励振コードブック）を有する多

段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に用いられる統計励振コードベクトルの最適化方法、この最適化された統計励振コードベクトルを利用する多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】コード励振線形予測符号化器及び復号化器で用いる励振コードベクトルは、設計されたものをそのまま用いるのではなく、予め符号化の歪みが最小になるように最適化を行なってから実際の符号化器や復号化器で用いる。

【0003】従来、バックワード型のコード励振線形予測符号化器に用いる励振コードベクトルの最適化方法として下記文献に記載のものがある。

【0004】文献：『Juin-Hwey Chen, "High-Quality 16KB/S SPEECH CODING WITH A ONE-WAY DELAY LESS THAN 2MS," Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Single Processing, pp453-456(1990).』

まず、最適化方法に係るバックワード型コード励振線形予測符号化器について、図2のブロック図を参照して説明する。

【0005】図2において、受信側に伝送される情報は、励振コードブック11に格納されている最適化済みのいずれかの励振コードベクトルのインデックスだけである。このような最適なインデックスは、以下のように決定される。

【0006】励振コードブック11に格納されている励振信号は、励振コードベクトルと正負符号（符号係数）と振幅係数とからなっており、最適なインデックスの探索時には、格納されている各励振コードベクトルが候補として時間順次に出力される。この際には、符号係数が付与され、また振幅係数倍される。

【0007】このようにして励振コードブック11から出力された候補としての励振コードベクトルはゲイン回路12に与えられ、このゲイン回路12によって所定倍されて加算器13に与えられる。ゲイン回路12はゲイン係数可変形のものであり、ゲイン制御回路14によってゲイン係数が変更される。ゲイン制御回路14は、ゲイン回路12からの過去のベクトル系列から線形予測分析（LPC分析）してゲイン係数を予測してゲイン回路12に与える。

【0008】加算器13には合成フィルタ（線形予測フィルタ）15からの出力信号も与えられており、ゲイン回路12からの候補の励振コードベクトルと合成フィルタ15からの出力ベクトルとを加算し、その候補の励振コードベクトルを用いた場合の局部再生の合成音声ベクトルを得て減算器16に与える。

【0009】合成フィルタ15が用いる線形予測係数は線形予測分析回路17から与えられる。合成フィルタ15は、過去の最適励振コードベクトルに対する局部再生の合成音声ベクトルの系列に対して線形予測分析回路1

7 から与えられた線形予測係数を適用して予測合成処理を行ない、その出力ベクトルを加算器 1 3 に与える。線形予測分析回路 1 7 は、過去の最適励振コードベクトルに対する合成音声ベクトルの系列から線形予測係数を得て合成フィルタ 1 5 に与える。

【0010】減算器 1 6 には入力音声ベクトルも与えられており、減算器 1 6 は、入力音声ベクトルから、候補の励振コードベクトルを用いた場合の局部再生の合成音声ベクトルを減算し、得られた差分ベクトルを知覚重み付けフィルタ 1 8 を介して、知覚（聴覚）特性に応じた重み付けを行なった後、インデックス探索回路 1 9 に与える。このようにして最適励振コードベクトルの探索時においては、インデックス探索回路 1 9 に、全ての励振コードベクトルについての差分ベクトルが与えられる。

【0011】インデックス探索回路 1 9 は、各差分ベクトルについてその成分の 2 乗和を計算し、2 乗和が最小となる差分ベクトルに対応する励振コードベクトルを最適な励振コードベクトルとして検出してインデックスを励振コードブック 1 1 に与える。

【0012】これにより、励振コードブック 1 1 は、上述したように最適なインデックスを受信側に送信する。また、励振コードブック 1 1 は、検出された最適な励振

コードベクトルを再度ゲイン回路 1 2 側に出力して、ゲイン係数の更新や線形予測係数の更新や次のフレーム処理時にその励振コード信号についての局部再生の合成音声ベクトルを利用できるようにしておく。

【0013】以上、符号化構成及び符号化処理を説明したが、符号化で用いる励振コードベクトルを最適化するときにも上記構成が用いられる。すなわち、入力音声ベクトルを入力して符号化処理を実行させ、そのときの各種ベクトルや係数等の値を取り出して蓄積し、蓄積した各種ベクトルや係数等の値から励振コードベクトルを最適化する。

【0014】以下、上記文献に記載されている従来の励振コードベクトルの最適化方法を説明する。

【0015】時間インデックス  $n$  での探索処理に使われる励振コードベクトルの振幅係数とその符号係数とをそれぞれ  $g(n)$ 、 $\eta(n)$  とする。最適励振コードベクトルとして励振コードベクトル  $y_j$  が選択される時間インデックスの集合を  $N_j$  とする。この励振コードベクトル  $y_j$  に対応した第  $j$  番目のクラスターのトータル歪  $D_j$  は (1) 式で与えられる。

【0016】

【数 1】

$$D_j = \sum_{n \in N_j} \| X(n) - H(n) \eta(n) \sigma(n) g(n) y_j \|^2 \quad (1)$$

【0017】ここで、 $X(n)$  はターゲットベクトル（例えば、入力音声ベクトル又は入力音声ベクトルを知覚重み付け処理したベクトル）、 $H(n)$  は合成フィルタ 1 5 のインパルス応答（正方行列）、 $\sigma(n)$  はゲイン回路 1 2 でのゲイン係数である。

【0018】すなわち、(1) 式は、ターゲットベクトル  $X(n)$  と合成ベクトル  $H(n) \eta(n) \sigma(n) g(n) y_j$  との差のノルムの 2 乗を、励振コードベクトル  $y_j$  を最適とした全ての時間インデックスについて累積したものをトータル歪  $D_j$  として表していることを示している。

【0019】用意されている励振コードベクトル  $y_j$  が良いものであるか否かは、トータル歪  $D_j$  の大小によって表わされる。この励振コードベクトル  $y_j$  を最適化する場合には、この励振コードベクトル  $y_j$  を変数と考えてトータル歪  $D_j$  が最小となる条件を見つけることである。そこで、(2) 式に示すように、トータル歪  $D_j$  をこの励振コードベクトル  $y_j$  で偏微分し、その値を最小条件である 0 とおく。

【0020】

【数 2】

$$\begin{aligned} \partial D_j / \partial y_j &= -2 \sum_{n \in N_j} \eta(n) \sigma(n) g(n) H^T(n) X(n) \\ &\quad + 2 \sum_{n \in N_j} \sigma^2(n) g^2(n) H^T(n) H(n) y_j = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

【0021】この(2) 式から、トータル歪  $D_j$  を最小にする第  $j$  番目のクラスターに対する最適化励振コードベクトル（重心） $Y_j$  は、(3) 式の方程式を解くことによ

り得られることが分かる。

【0022】

【数 3】

$$\begin{aligned} \left[ \sum_{n \in N_j} \sigma^2(n) g^2(n) H^T(n) H(n) \right] Y_j \\ = \sum_{n \in N_j} \eta(n) \sigma(n) g(n) H^T(n) X(n) \end{aligned} \quad (3)$$

【0023】この(3) 式に、上述した実際の符号化器で符号化したときの各種の値  $g(n)$ 、 $\eta(n)$ 、 $X(n)$ 、 $H$

$(n)$ 、 $\sigma(n)$  を代入して、最適化した励振コードベクトル  $Y_j$  を得る。

【0024】このような1回の最適化処理を終了すると、励振コードブック11の内容を得られた励振コードベクトルに置き換えて同様な最適化処理を行なう。このような最適化処理を繰り返すと、励振コードベクトルは収束していき、最適化処理を繰り返してもトータル歪が小さくならないところまで収束し、そのときの励振コードベクトルを最終的な（最適化処理が終了した）励振コードベクトルとして確定する。

#### 【0025】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近、2種類の励振コードブックを有する多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器が多く用いられるようになってきた。すなわち、ピッチ性励振コードブック（適応励振コードブック）及びガウシアンノイズ性励振コードブック（統計励振コードブック）を有するコード励振線形予測符号化器及び復号化器が多くなってきた。

【0026】このような多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に用いる統計励振コードブックに格納する統計励振コードベクトルの最適化に、上述した従来方法を用いる場合、最適な適応励振コードベクトルを決定した後に決定された最適な統計励振コードベクトルの情報を最適化処理することになる。

【0027】そのため、最適化方法を適用して1回統計励振コードベクトルの最適化を行ない、得られた統計励振コードベクトルに置き換えて再度最適化方法を適用する場合には前回と適応励振コードベクトルの内容が異なるものとなっている。このように最適化方法を適用する毎に適応励振コードベクトルの内容が大きく異なるため、最適化方法を適用しても最終的に得られた統計励振コードベクトルのトータル歪をさほど小さい値にできないという欠点、すなわち、収束特性が劣化するという欠点があった。

【0028】本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、適応励振コードベクトルの存在に拘らず統計励振コードベクトルをトータル歪が十分に小さくなるまで収束させることができる統計励振コードベクトルの最適化方法を提供しようとするものである。

【0029】また、最適化された統計励振コードベクトルを適切に利用することができる多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器を提供しようとするものである。

#### 【0030】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、第1の本発明の統計励振コードベクトルの最適化方法においては、適応励振コードブックと統計励振コードブックとを有する多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に用いられる統計励振コードベクトルの最適化方法であって、入力音声ベクトルに対する符号化処理を実行しながら得た各部の情報に基づいて、統計コードブックに格納されている統計励振コードベクトルを最適化

する統計励振コードベクトルの最適化方法において、最適化を行なうための各部情報を収集するために行なう入力音声ベクトルの符号化処理の際に、適応励振コードベクトルとセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルとを合成するようにした。

【0031】また、第2の本発明の多段コード励振線形予測符号化器においては、第1の本発明の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルを格納している統計励振コードブックの次段にセンタクリッピング処理を行なうセンタクリッピング処理手段を設けた。

【0032】第3の本発明の多段コード励振線形予測符号化器においては、統計励振コードブックが、第1の本発明の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルを格納していることを特徴とする。

【0033】また、第4の本発明の多段コード励振線形予測復号化器においては、第1の本発明の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルを格納している統計励振コードブックの次段にセンタクリッピング処理を行なうセンタクリッピング処理手段を設けた。

【0034】第5の本発明の多段コード励振線形予測復号化器においては、統計励振コードブックが、第1の本発明の統計励振コードベクトルの最適化方法で得られた統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施した統計励振コードベクトルを格納していることを特徴とする。

#### 【0035】

【作用】統計励振コードベクトルを最適化する場合、得られる最適化された励振コードベクトルに適応励振コードベクトルの変化が影響することを避けることができない。この影響が大きいと最適化が良好に行なうことができない。

【0036】そのため、第1の本発明では、合成励振コードベクトルにおける適応励振コードベクトルの貢献度を統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施すことで高め、最適化処理の繰返しによる適応励振コードベクトルの変化が小さくなるようにして最適化処理に与える適応励振コードベクトルの影響を小さくし、最適化された統計励振コードベクトルのトータル歪を小さく押さえるようにした。

【0037】このように統計励振コードベクトルの最適化のときに統計励振コードベクトルにセンタクリッピング処理を施しているので、実際の符号化器及び復号化器が動作する際においてもセンタクリッピングすることが好ましい。

【0038】第2及び第4の本発明は、センタクリッピング処理手段を設けることでセンタクリッピングを行な

うものであり、第3及び第5の本発明は最適化された統計励振コードベクトルを実際の符号化器及び復号化器に格納する際にセンタクリッピングして格納するようにしたものである。

#### 【0039】

#### 【実施例】

#### 第1実施例

以下、本発明の第1実施例を図面を参照しながら詳述する。ここで、図1がこの実施例による統計励振コードベクトルの最適化方法に係る構成である。

【0040】この実施例の最適化方法も、基本的には、コード励振線形予測符号化器に入力音声ベクトルを入力して動作させ、最適な統計励振コードベクトルを決定したときの各種の値を蓄積し、その蓄積量がある程度になったときに同一の統計励振コードベクトルをとったときの各種の値からトータル歪が最小になる最適化されたその統計励振コードベクトルを演算して更新する方法である。そのため、図1に示すように、統計励振コードベクトルの最適化を行なう構成は、コード励振線形予測符号化器の構成に、複数の計算回路を追加したものとなっ

ている。

【0041】まず、この実施例に係るコード励振線形予測符号化器の構成及び動作を説明する。

【0042】図1において、適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21にはそれぞれ、適応励振コードベクトル（ピッチ性励振コードベクトル）及び統計励振コードベクトル（ガウシアンノイズ性励振コードベクトル）が格納されている。これら格納されている励振コードベクトルの中からその時刻（時間インデックス）の入力音声ベクトルに対して最適なベクトルをそれ

ぞれ探索してそのインデックスを出力する。

【0043】最適な適応励振コードベクトル及び最適な統計励振コードベクトルの探索は、以下の順に行なわれる。統計励振コードベクトルの出力を停止した状態で、最適な適応励振コードベクトルの探索を行ない、最適な適応励振コードベクトルが探索されると、適応励振コードブック20からその最適な適応励振コードベクトルを出力させた状態で最適な統計励振コードベクトルの探索を行なう。なお、適応励振コードベクトル及び統計励振コードベクトルの双方共に最適なものを探索された状態

では、適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21から最適なベクトルを出力させて各部の状態を次の時刻に備えて変化させることが行なわれる。

【0044】このようにある時刻の入力音声ベクトルを処理する場合にも、適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21の出力がその処理段階によって変化するが、適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21の後段の構成及びその動作については、最適な励振コードベクトルが出力されているか否かに拘らず説明する。

【0045】適応励振コードブック20から出力された適応励振コードベクトル $V_a$ は乗算器23に与えられ、振幅係数 $g_a$ が乗算されて加算器24に与えられる。他方、統計励振コードブック21から出力された統計励振コードベクトル $V_s$ はセンタクリッピング処理回路22を介してセンタクリッピングされて乗算器25に与えられ、振幅係数 $g_s$ が乗算されて加算器24に与えられる。かくして、加算器24からは振幅調整された適応励振コードベクトル及び統計励振コードベクトルの合成ベクトル $V$ が得られる。

【0046】なお、センタクリッピング処理回路22は、具体的には、統計励振コードブック21から出力された統計励振コードベクトル $V_s$ の成分 $x$ 中で予め設定した閾値 $CL$ より小さいものを0に置き換える処理を行なうものである。すなわち、図3に示すセンタクリッピング関数に従い入出力変換するものである。このセンタクリッピング処理回路22は、統計励振コードベクトルの最適化処理を考慮して設けたものであるが、その具体的理由については後述する。

【0047】加算器24から出力された合成励振コードベクトル $V$ はゲイン回路26に与えられる。なお、適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21から共に最適な励振コードベクトルが出力されている場合における、加算器24からの合成励振コードベクトル $V_{opt}$ は、適応励振コードブック20にも与えられ、適応励振コードブック20の更新に利用される。ゲイン回路26は、この合成励振コードベクトル $V$ にゲイン制御回路27から与えられたゲイン係数 $\sigma$ を乗算し、乗算後のベクトル $V_g$ を加算器28に与える。適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21から共に最適な励振コードベクトルが出力されている場合における、ゲイン回路26からのベクトル $V_{gopt}$ は、ゲイン制御回路27に与えられる。ゲイン制御回路27は、ゲイン回路26から与えられた過去の最適なベクトル $V_{gopt}$ の系列に対して、線形予測分析法を適用して新たなゲイン係数 $\sigma$ を決定する。

【0048】上述した加算器28には、合成フィルタ29からの出力ベクトル $S_p$ も与えられる。この加算器28によって、そのときの合成励振コードベクトル $V$ に基づいて形成された合成音声ベクトル $S_w$ が得られ、このベクトル $S_w$ が減算器30に与えられる。適応励振コードブック20及び統計励振コードブック21から共に最適な励振コードベクトルが出力されている場合における、最適な合成音声ベクトル $S_{wopt}$ は、合成フィルタ29及び合成音声用線形予測分析回路31に与えられる。この線形予測分析回路31は、過去の最適な合成音声ベクトル $S_{wopt}$ の系列に対して線形予測分析し、得られた線形予測係数 $\alpha(i)$ （ $i$ は1～ $m$ である： $m$ は分析次数である）を合成フィルタ29に与える。合成フィルタ29は、現在の線形予測係数 $\alpha(i)$ を用いて、過去の最適

10

20

30

40

50

な合成音声ベクトル  $S_{wopt}$  の系列に対して合成処理し、得られた合成ベクトル  $S_p$  を上述したように加算器 28 に与える。

【0049】減算器 30 には、入力音声ベクトル  $S$  も入力されており、減算器 30 は入力音声ベクトル  $S$  から合成音声ベクトル  $S_w$  を減算し、その差分ベクトルを知覚重み付けフィルタ 32 に与える。知覚重み付けフィルタ 32 には、入力音声用線形予測分析回路 33 から線形予測係数  $\alpha_w(i)$  も与えられている。入力音声用線形予測分析回路 33 は、入力音声ベクトル  $S$  に線形予測分析を適

$$W(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^n \alpha_w(i) \gamma_2^i Z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^n \alpha_w(i) \gamma_1^i Z^{-i}}$$

【0052】インデックス探索回路 34 は、重み付け処理後の差分ベクトルの 2 乗和を計算し、この 2 乗和が最小となる励振コードベクトルを最適なものと判断する。すなわち、最適な適応励振コードベクトルの探索時には、全ての適応励振コードベクトルについて与えられた全ての差分ベクトルの中から 2 乗和が最小のものを検出する。また、最適な統計励振コードベクトルの探索時には、適応励振コードベクトルとして最適なベクトルが出力されている状態における全ての統計励振コードベクトルについて与えられた全ての差分ベクトルの中から 2 乗和が最小のものを検出する。

【0053】以上、コード励振線形予測符号化器としての構成及び動作を説明したが、統計励振コードベクトルの最適化のときにもこれらの構成が用いられる。最適化のときには、さらに、インパルス応答計算回路 40 及び最適コードベクトル計算回路 41 が動作する。

【0054】統計励振コードベクトルの最適化を行なう場合、上述したコード励振線形予測符号化器に入力音声ベクトル  $S$  を入力して動作させ、最適な統計励振コードベクトル  $V_{sopt}$  を決定したときのその時刻（時間インデックス）における各種の値  $H(z)$ 、 $g_a$ 、 $g_s$ 、 $\sigma$ 、 $S$ 、 $V_{aopt}$  及び  $V_{Lopt}$  を最適コードベクトル計算回路 4

$$H_w(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^n \alpha(i) Z^{-i}}$$

【0058】最適コードベクトル計算回路 41 は、(6) 式に示すようにして各時刻（時間インデックス） $n$  でのターゲットベクトル  $X(n)$  を計算する。今、最適化対象が統計励振コードベクトルであるので、入力音声ベクトル  $S(n)$  をターゲットベクトルとするのではなく、入力

$$X(n) = S(n) - H(n) \sigma(n) g_a(n) V_a(n)$$

用して線形予測係数  $\alpha_w(i)$  を得ている。

【0050】知覚重み付けフィルタ 32 は、減算器 30 からの差分ベクトルに対して知覚特性（聴覚特性）を考慮した重み付けを施し、重み付け処理後の差分ベクトルをインデックス探索回路 34 に与える。知覚重み付けフィルタ 32 は、具体的には (4) 式に示す変換を行なう（但し  $z$  は入力である差分ベクトルを意味する）。

【0051】

【数 4】

$$0 \leq \gamma_1, \gamma_2 \leq 1 \quad (4)$$

1 に与えて蓄積し、その蓄積量がある程度になったときに最適コードベクトル計算回路 41 が同一の統計励振コードベクトルを最適としたときの各種の値からトータル歪が最小になる最適化統計励振コードベクトルを演算して更新するものである。

【0055】上述のコード励振線形予測符号化器の構成及び動作の説明で明らかのように、最適コードベクトル計算回路 41 が利用する値  $g_a$ 、 $g_s$ 、 $\sigma$ 、 $S$ 、 $V_{aopt}$  及び  $V_{Lopt}$  は、符号化器としての構成部分から得られる。インパルス応答  $H(z)$  だけは、符号化器構成から得られることができず、そのため、インパルス応答計算回路 40 が設けられている。

【0056】インパルス応答計算回路 40 には、上述した合成音声用線形予測分析回路 31 から線形予測係数  $\alpha(i)$  が与えられている。インパルス応答計算回路 40 は、この線形予測係数  $\alpha(i)$  によって定まる (5) 式に示す伝達関数  $H_w(z)$  のインパルス応答  $H(z)$  を計算して最適コードベクトル計算回路 41 に出力する。なお、以下の説明で、時刻（時間インデックス） $n$  でのインパルス応答  $H(z)$  を  $H(n)$  で表している。

【0057】

【数 5】

$$(5)$$

音声ベクトル  $S(n)$  からその時刻での最適な適応励振コードベクトル  $V_a(n)$  の影響を除去したものをターゲットベクトル  $X(n)$  とすることとした。

【0059】

【数 6】

$$(6)$$

【0060】また、最適コードベクトル計算回路41は、ある時刻の各種の値の組を、最適な統計励振コードベクトルが同じの組でグルーピングする。最適コードベクトル計算回路41は、統計励振コードブック21に格納されているk番目（kは1～t：tは統計励振コードブック21に格納されている統計励振コードベクトルの総数）の統計励振コードベクトル $V_{sk}$ に係る組の集合N

$$\begin{aligned} & \left[ \sum_{n \in N_k} \sigma \hat{s}(n) g \hat{s}(n) H^T(n) H(n) \right] V_{Lk}^* \\ & = \sum_{n \in N_k} \sigma(n) g s(n) H^T(n) X(n) \end{aligned} \quad (7)$$

【0062】この(7)式は、従来の最適化方法と同様な考え方に基づくものである。すなわち、統計励振コードベクトル $V_{Lk}$ を最適なものとした時間インデックスの集合 $N_k$ のトータル歪を考慮してそれが最小となる条件

（最小2乗誤差条件）から最適化された統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ を得るようにしたものである。

【0063】(7)式は、統計励振コードベクトル $V_{Lk}$ に係る方程式であるが、ターゲットベクトル $X(n)$ の算出に適応励振コードベクトル $V_a(n)$ に係る情報を用いているので、得られる最適化された統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ に適応励振コードベクトル $V_a(n)$ の情報が影響することを避けることができない。この影響が大きいと最適化が良好に行なうことができない。

【0064】そのため、この実施例の場合、合成励振コードベクトル $V$ における適応励振コードベクトル $V_a$ の貢献度を統計励振コードベクトル $V_s$ にセンタクリッピング処理を施すことで高め、最適化処理が繰返されたときの適応励振コードベクトルの変化が小さくなるようにして最適化処理に与える適応励振コードベクトルの影響

$$D_k = \sum_{n \in N_k} \| X(n) - H(n) \sigma(n) g s(n) V_{Lk}^* \|^2 \quad (8)$$

【0068】上述した第1実施例によれば、統計励振コードブック21の次段にセンタクリッピング処理回路22を設けて、合成励振コードベクトルにおける適応励振コードベクトルの貢献度を高めるようにしたので、適応励振コードベクトルの存在に拘らず統計励振コードベクトルをトータル歪が十分に小さくなるまで最適化させることができる。

#### 【0069】第2実施例

次に、本発明の第2実施例を図4を用いて説明する。なお、図4は第2実施例の要部構成を示すものであり、他の構成は第1実施例の場合と同様である。

【0070】この第2実施例の場合、統計励振コードベクトルの最適化を期して、統計励振コードブック21の次段にセンタクリッピング処理回路22を設けると共に、適応励振コードブック20の次段にローパスフィル

kの情報から、そのk番目のセンタクリッピング処理後の統計励振コードベクトル $V_{Lk}$ を最適化した統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ を(7)式に示す方程式を解くことで得る。

【0061】

【数7】

を小さくし、最適化された統計励振コードベクトルのトータル歪を小さく押さえるようにした。

【0065】上述のようにして得られた最適化された統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ は、統計励振コードブック21に与えられる。統計励振コードブック21は、この最適化された統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ に格納内容を更新する。

【0066】このような統計励振コードベクトルの最適化処理は、上述したように複数回繰返される。最適コードベクトル計算回路41は、最適化された統計励振コードベクトル $V_{Lk}^*$ についての(8)式で得られるトータル歪 $D_k$ に基づいて最適化処理を繰返すか否かを決定する。すなわち、過去及び今回の最適化処理におけるトータル歪の変化からみてさらに最適化処理を行なってもトータル歪の改善にみられないときに（漸近特性）最適化処理の繰返しを終了する。

【0067】

【数8】

タ45を設けたものである。

【0071】センタクリッピング処理回路22の動作及び設けた意義は、第1実施例の場合と同様である。

【0072】ローパスフィルタ45は、適応励振コードブック20から出力された適応励振コードベクトルの高域を除去するものであり、この高域除去後の適応励振コードベクトルを乗算器23に与えるものである。

【0073】ローパスフィルタ45を設けるようにしたのは、適応励振コードベクトルと統計励振コードベクトルとで合成励振コードベクトルにおける周波数の役割を変えるためである。このようにすると、入力音声ベクトル $S(n)$ から適応励振コードベクトルに係る合成音声ベクトル成分を減算して得たターゲットベクトル $X(n)$ は、統計励振コードベクトルと同一の周波数に関するものとなり、ターゲットとして良好なものとなる。



【0074】従って、この第2実施例によっても、適応励振コードベクトルの存在に拘らず統計励振コードベクトルをトータル歪が十分に小さくなるまで最適化させることができる。

#### 【0075】他の実施例

上述の実施例においては、いわゆるバックワード型の多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に係る統計励振コードベクトルの最適化について説明したが、本発明を、いわゆるフォワード型の多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器に係る統計励振コードベクトルの最適化に適用しても良い。

【0076】また、上述したように、最適化の際にセンタクリッピング処理を行なっているので、実際の系で最適化された統計励振コードベクトルが有効に機能するように、多段コード励振線形予測符号化器及び復号化器にセンタクリッピング処理回路を設けるか、又は、統計励振コードブックに格納する際にセンタクリッピングしたものを格納することが好ましい。

#### 【0077】

【発明の効果】以上のように、第1の本発明によれば、最適化を行なうための各部情報を収集するために行なう入力音声ベクトルの符号化処理の際に、適応励振コードベクトルとセンタクリッピング処理後の統計励振コードベクトルとを合成するようにしたので、適応励振コードベクトルの存在に拘らず統計励振コードベクトルをトータル歪が十分に小さくなるように最適化することができ

る。

【0078】また、第2～第5の本発明によれば、符号化器及び復号化器の処理系にセンタクリッピング処理を行なう手段を設け、又は、センタクリッピング処理後の統計励振コードベクトルを格納した統計励振コードブックを利用するようにしたので、第1の本発明で最適化された統計励振コードベクトルが符号化器及び復号化器で有効に機能する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の最適化方法に係る構成を示すブロック図である。

【図2】従来の最適化方法に係る構成を示すブロック図である。

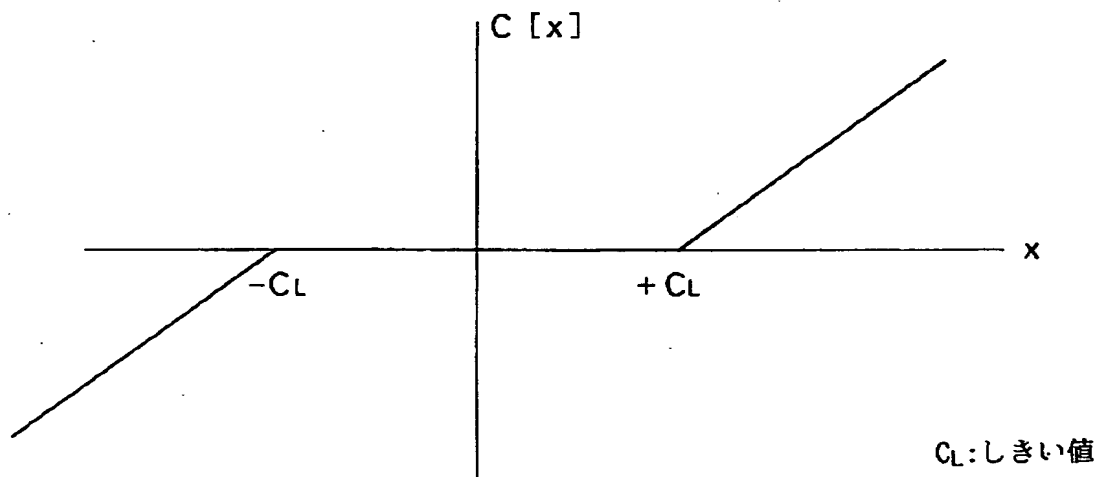
【図3】第1実施例のセンタクリッピング処理回路22の入出力特性を示す説明図である。

【図4】第2実施例の最適化方法に係る構成を示すブロック図である。

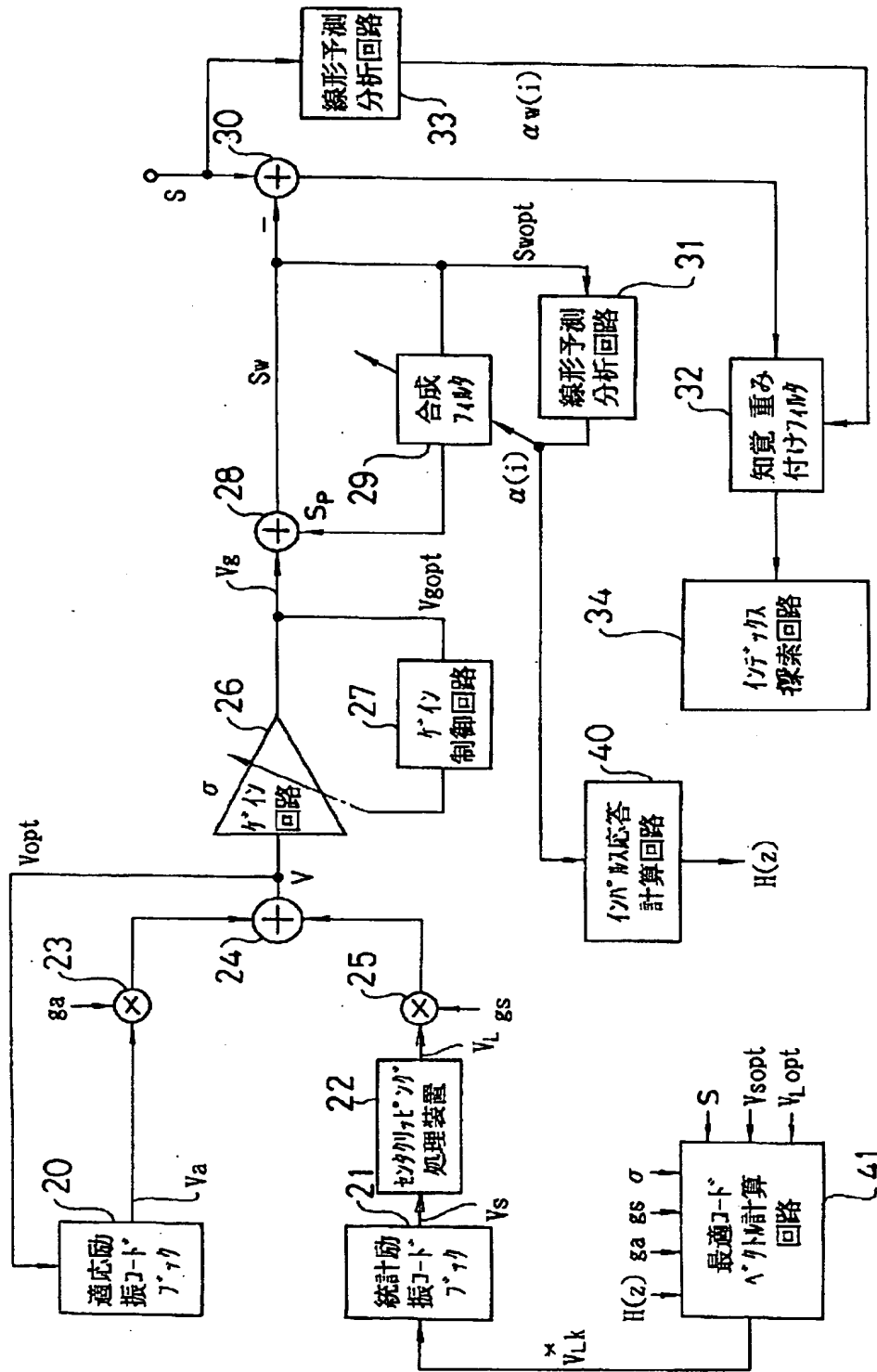
#### 【符号の説明】

20…適応励振コードブック、21…統計励振コードブック、22…センタクリッピング処理回路、23、25…乗算器、24、28…加算器、26…ゲイン回路、27…ゲイン制御回路、29…合成フィルタ、30…減算器、31…合成音声用線形予測分析回路、32…知覚重み付けフィルタ、33…入力音声用線形予測分析回路、34…インデックス探索回路、40…インパルス応答計算回路、41…最適コードベクトル計算回路。

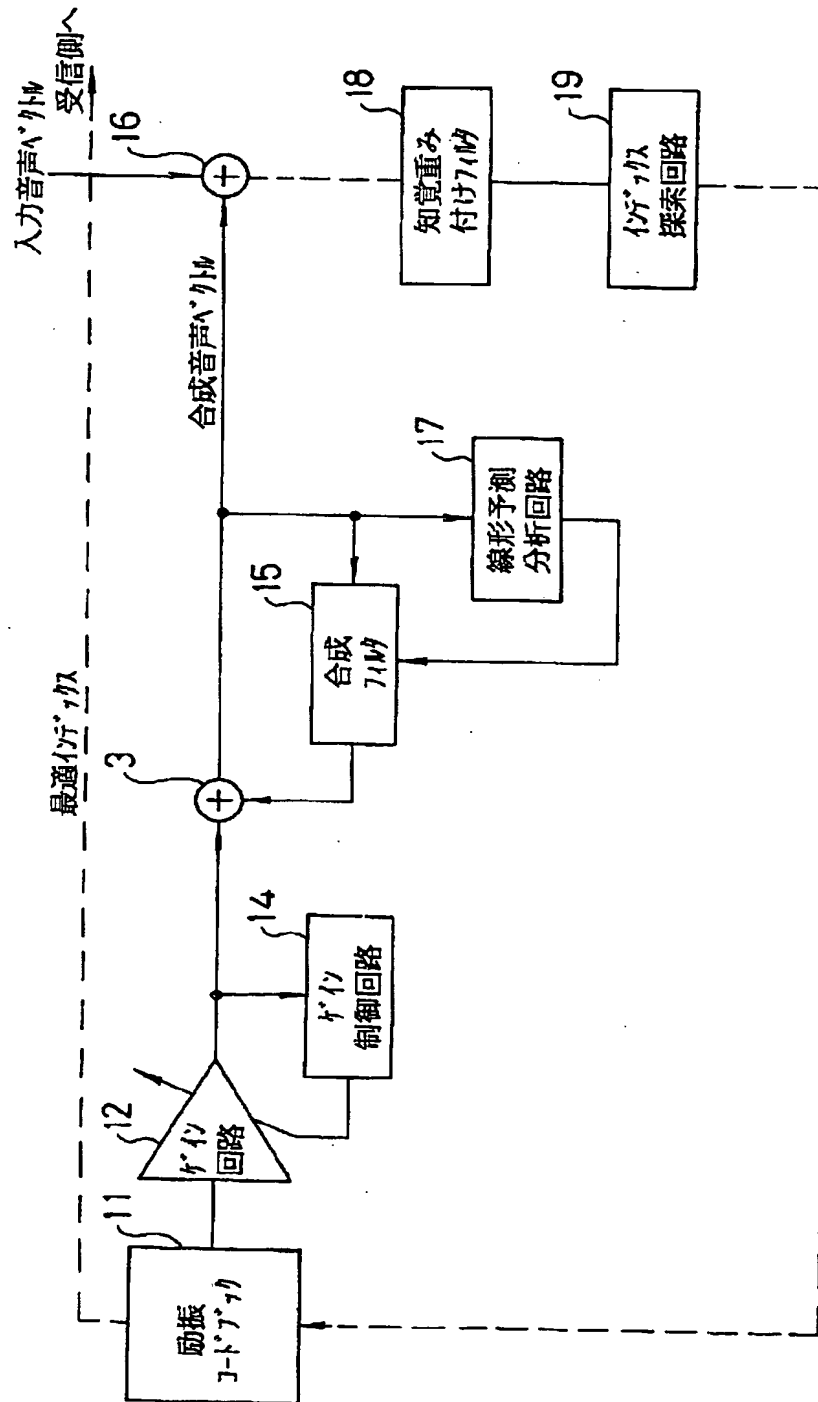
【図3】



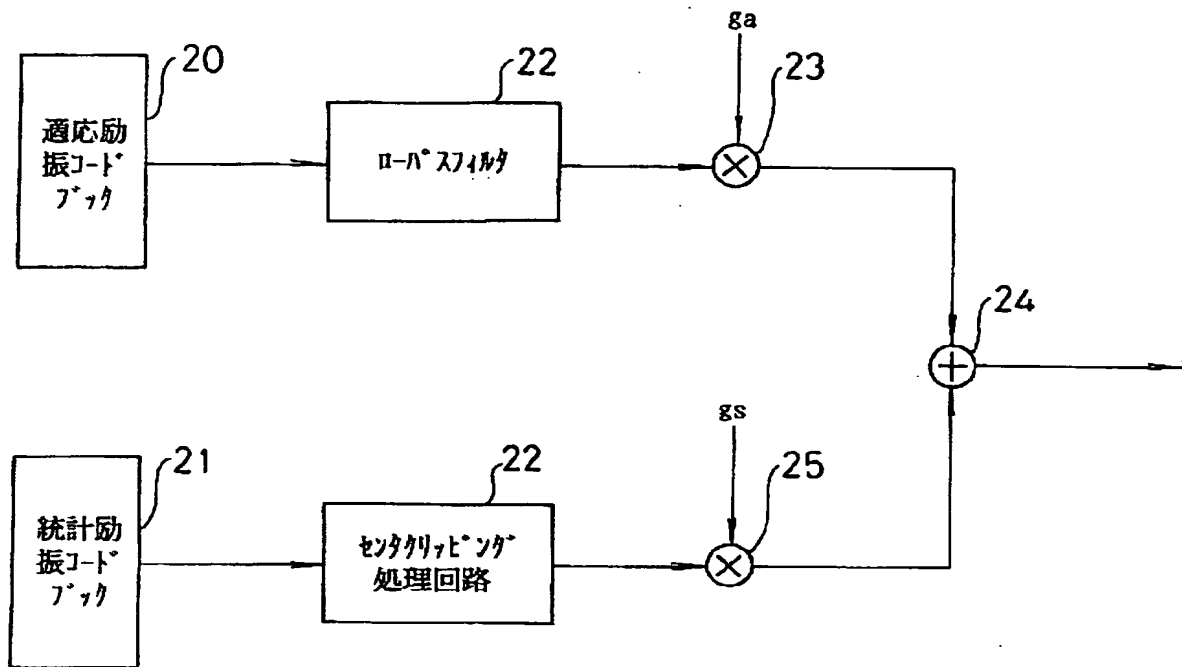
【図 1】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 有山 義博  
東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号 沖電気  
工業株式会社内